Lane Medical Library

Zur oligodynamischen Wirkung des Silbers

1931

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde

an der

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen

Vorgelegt von

Friedrich Steidl

appr. Zahnarzt aus Simbach am Inn

Tag der mündlichen Prüfung 19. August 1931

1931

uchdruckerei Rosenheimer Anzeiger Robert Niedermayr, Rosenheim.

21:297

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Konrad Schübel
Referent: Univ.-Prof. Dr. von Angerer

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153709_0212

Zur oligodynamischen Wirkung des Silbers.

Das Problem der Wurzelfüllung hat Forscher und Praktiker in unserem Fache Zweifel daran aufkommen lassen, ob die bis jetzt verwendeten Mittel auch alle Forderungen, die an eine einwandfreie Wurzelfüllung gestellt werden, erfüllen.

Bereits Miller hat in seinem Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde die bekannten 7 Forderungen aufgestellt, die von verschiedenen Autoren noch erweitert worden sind. So fordert Münch, daß die sogenannten Dauerantiseptika wenigstens die Zeit ihrer eigentlichen Notwendigkeit überdauern müssen, d. h. das durchschnittliche Lebensalter des Trägers der Wurzelfüllung. Dem scheint keineswegs immer so zu sein. Wenn man von anatomischen und vielleicht auch biologischen Behinderungsgründen für die Wirkung absieht, kann eine unzulängliche Wirkung eines Wurzelfüllmittels auch in diesem selbst gefunden werden. Entweder nimmt die Wirkung des Materials nach einiger Zeit ab bis zum vollständigen Erlöschen der Wirkung, oder die Materialien kommen nicht an den Platz, den sie beeinflussen sollen. Hierher gehört das apikale Ende der Wurzel mit seinen Verzweigungen oder richtiger Zementkanälchen. Wir haben infolge dieser Verhältnisse keine Sicherheit und keine Aussicht auf Erfolg im Ausfüllen dieser Kanäle. Es kommt hinzu, daß die Wurzelfüllmittel meistens nicht gewebsfreundlich sind, sondern vielfach das Zahn- und periodontale Gewebe in einen Reizzustand versetzen und chronisch-entzündliche Veränderungen hervorrufen, die durchweg erst nach Ablauf einer längeren Zeit in Erscheinung treten.

Ueber die Notwendigkeit leere Wurzelkanäle in irgend einer Weise auszufüllen, brauche ich mich an dieser Stelle nicht weiter auslassen, denn sie ist eine unumstößliche Forderung der konservierenden Zahnheilkunde. Meinungsverschiedenheiten bestehen lediglich über die Wahl der Mittel und die Art ihrer Anwendung.

Man ist gewohnt, an ein brauchbares Wurzelfüllmittel folgende Forderungen zu stellen:

1. Es muß bakterientötend sein, ohne Gewebsschädigung hervorzurufen, es darf also die Gewebe in keiner Weise angreifen, soll vielmehr nach Möglichkeit sogar die Abwehrkräfte der Umgebung anregen;

2. soll es als Dauerantiseptikum wirken, also die antiseptische Kraft lange Zeit behalten, so daß Bakterienwachstum nicht zustande kommt;

3. soll es nicht nur lokal, sondern auch auf die nächste Umgebung eine bakterizide Wirkung entfalten, selbstredend ohne zu reizen;

4. muß es leicht anwendbar sein. (Schick).

Bei Prüfungen von Wurzelfüllungsmaterialien konnten in letzter Zeit besonders Schwarz und Trebitsch mitteilen, daß das metallische Silber diese Forderungen relativ am besten erfüllt und zwar wie sie behaupten durch seine oligodynamische Wirkung.

Die ersten Versuche und Untersuchungen über bakterizide Eigenschaften von Metallen im allgemeinen stellte der Schweizer Botaniker v. Naegeli an. Sein Grundversuch sei kurz geschildert: In ein Glas Wasser mit Süßwasseralgen legte er Kupferstifte, wobei er fand, daß die Entwicklung der Algen durch die Anwesenheit der Stifte gehemmt wurde. Sogar nach Entfernung des Metalls blieb das Wasser keimtötend; ebenso besaß die Gefäßwand nach dem Entleeren des Wassers noch bakterizide Wirkung. Er nannte diese, die Lebensäußerungen von Mikroorganismen hemmende Kraft, die oligodynamische Wirkung. Er fand auch, daß die einzelnen Metalle sich in bezug auf ihre Wirkung sehr verschieden verhalten. So steht Arsen an 1. Stelle, Kupfer an 3., Silber an 4. Stelle.

Fast gleichzeitig, doch unabhängig stellte W. D. Miller 1889 beim Kupfer-Amalgam fest, das jahrelang als Füllung im Munde gelegen hatte, nachdem er es auf eine Bakterienkultur gebracht hatte, daß es eine keimzerstörende Wirkung habe.

Die Frage, welches von den Metallen oligodynamische Wirkung und zugleich Gewebsfreundlichkeit vereinigte, ist nach verschiedenen Versuchen zu Gunsten des Silbers entschieden worden.

Dies Metall wird in der Chirurgie bereits seit langer Zeit verwendet und zwar da, wo es sich um sein Verbleiben im lebenden Organismus handelt. Bekannt sind: ergänzte Schädeldachdefekte mittels Silberplatten, Rippen aus Silber, silberne Kanülen, Knochennähte mit Silberdraht (besonders bei Frakturen), Trommelfelle aus Silberfolie und dergl.

Verhältnismäßig spät ist man auf den Gedanken gekommen, Silber in der Zahnheilkunde zur Wurzelfüllung gemäß der keimtötenden Kraft desselben zu verwenden. Die Aeußerung dieser keimtötenden Kraft des Silbers sei nun zunächst nach den Versuchen von Trebitsch und A. M. Schwarz an Hand von schematischen Zeichnungen veranschaulicht.

In einem Glas Wasser mit Bakterien beimpft, tötet der darin befindliche Silberstab dieselben ab.

Auf eine Bakterienkultur wird Silberpulver gestreut. Rings um das Pulver zeigt sich ein keimfreier Hof infolge der großen Oberflächenwirkung (siehe Fig. 1).

Silberstifte kommen auf die Bakterienkultur und zeigen ebenfalls oligodynamische Wirkung (siehe Fig. 2).

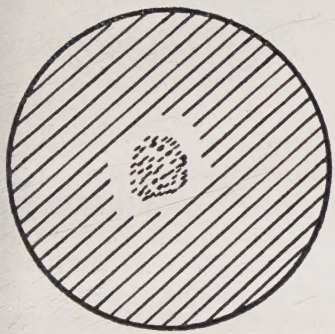

Fig. 1.

Fig. 2.

In ein 1 mm dickes Röhrchen aus Zahnbein wurde ein Silberstift gesteckt und auf die beimpfte Agarplatte gebracht. An beiden Enden zeigen sich keimfreie Höfe (siehe Fig. 3).

Silberplättchen liegt auf frisch beimpfter Platte. Um dieses zeigt sich ein keimfreier Hof, der der Plättchenrandform entspricht (siehe Fig. 4).

Fig. 3.

Fig. 4.

Ein kleiner Streifen davon auf die Kante gestellt, weist einen relativ größeren Hof (siehe Fig. 5).

Fig. 5.

Ueber die Frage des Zustandekommens der oligodynamischen Wirkung sind verschiedene Hypothesen aufgestellt worden. Einige Autoren und Forscher, so Saxl und Ruete, deuten die oligodynamische Kraft als eine physikalische Erscheinung des betreffenden Metalls, die man mit einer Art Strahlung vergleichen kann. Auch K. Doerr und W. Berger behaupten, daß die oligodynamischen Erscheinungen, die vom Silber ausgehen, nicht auf der Abspaltung von colloidem Silber oder colloiden Silberverbindungen beruhen, sondern auf der Abgabe von Silberionen oder ionisierbaren Silberverbindungen. Die Metallionen sind also Träger der eigentlichen oligodynamischen Wirkung. Ermöglicht und gefördert wird die Ionisation durch die Anwesenheit von Sauerstoff (Hofmann, P.). Die meisten Forscher sind Anhänger einer chemischen Wirkung des Metalls. Schon v. Naegeli und viele andere denken an die Wirkung kleinster Mengen der gelösten Metalle. So konnten z. B. Freundlich und Söllner zeigen, daß meßbare Silbermengen in Wasser, das einige Zeit mit Silber in Berührung war, nachweisbar sind. Sie wiederholten Naegeli's Versuch und kamen zu dem Ergebnis, daß in den durch Silber abgestorbenen Algen bis 79 % Silber des in Lösung gegangenen Silbers sich nachweisen lassen. Weiter untersuchten sie und fanden, daß die Glasgefäßwand nachweisbare Silbermengen aufgespeichert hatte, die ausreichten, frische Algen im nicht silberhaltigen Wasser abzutöten. Schumacher konstatierte ebenfalls Silber in Wasser, in dem eine Silbermünze gekocht wurde. v. Behring nimmt an, daß die Metalle im Nährboden in Lösung gehen und führt die Lösung auf die von den Bakterien gebildeten Stoffwechselprodukte zurück. Ebenso Credé und Berger. Sie nahmen an, daß die Bakterien Milchsäure bilden und daß diese Bakterienmilchsäure das desinfizierend wirkende milchsaure Silber bildet.

Ueber die Dauer der Oligodynamie des Silbers im Wurzelkanal menschlicher Zähne haben Trebitsch und Stein Versuche angestellt. Trebitsch füllte an Patienten Zahnwurzeln bei gangränösen und periapikalen Veränderungen mit Silberstiften.

Nach 2, 5, 11, 48 und 78 Tagen entfernte er die Stifte unter sterilen Kautelen wieder und brachte sie in Kulturen. Alle Stifte zeigten nach der Bebrütung noch um sich sterile Höfe. Ist das Nährmedium zu stark beimpft und ist die dazugegebene Silbermenge im Verhältnis zu klein, so wird sich allerdings die oligodynamische Wirkung bald erschöpfen. Da wir aber im vorbehandelten Wurzelkanal keine Bakterienkultur größeren Ausmaßes haben, so kann der relativ große Silberstift seine keimtötende Wirkung auch auf die Umgebung günstig entfalten, wenn hinreichend Sauerstoff vorhanden ist. Das ist nun allerdings eine Frage, der bisher kaum Beachtung geschenkt worden ist, wenn man nicht annehmen will, daß im Wurzelkanalende Feuchtigkeit genug vorhanden ist, um eine oligodynamische Wirkung überhaupt zustande kommen zu lassen.

Stein berichtet von seinen Versuchen, daß Streptococcen von einem und demselben Silberpulver nach 7—12 Versuchswiederholungen abgetötet wurden (24stündige Streptococcenbouillon). Die oligodynamische Kraft des Silbers hält also analog den Versuchen lange Zeit an.

Die Forderung geht aber noch weiter: Wie ist eine Steigerung und eine Erneuerung der Oligodynamie zu erreichen?

Trebitsch erklärt, daß eine kurze Waschung des chemisch reinen, noch nicht vorbehandelten Silbers mit der gewöhnlichen 3prozentigen Wasserstoffsuperoxydlösung die keimtötende Kraft um ein Bedeutendes erhöht. An Hand von zwei Zeichnungen sei die Wirkung seines Versuches veranschaulicht.

Noch nicht vorbehandelte Silberstifte werden auf eine Bakterienkultur gebracht. Es zeigen sich keimfreie Höfe um dieselben (siehe Fig. 2).

Silberstifte mit dreiprozentiger Wasserstoffsuperoxydlösung gewaschen, zeigen große keimfreie Höfe.

Die gleiche Versuchsanordnung gilt auch für Silberblech. Man vergleiche Fig. 4 und 5.

Stein gibt weiter an, daß eine Waschung des Silbers mit Alkohol und Aether die Oligodynamie bedeutend vergrößert. Er erklärt dies damit, daß etwaige Fettschichten am Silber durch die fettlöslichen Stoffe Alkohol und Aether entfernt werden.

Fig. 6.

Wesentlich steigern läßt sich die oligodynamische Wirkung angeblich auch durch Einwirken von Hochfrequenzströmen. Trebitsch glaubt dies durch seine Versuche deutlich gezeigt zu haben. Er ließ den Hochfrequenzstrom eines Diathermieapparates ca. 5 Minuten durch das Silberblech bzw. Silberdraht fließen. Das Ergebnis war ein weitaus größerer keimfreier Hof um das betreffende Metallstück. Die Erklärung für diese Erscheinung ist nicht einfach. Da durch den Diathermie-, also Hochfrequenzstrom nach der üblichen Ansicht Wärme erzeugt wird, so ist eine dadurch entstehende größere bakterizide Wirkung kaum erklärbar; es müßte denn sein, daß noch nicht bekannte Vorgänge dabei im Spiele sind. Vielleicht handelt es sich um noch nicht studierte chemische Dissoziationen in Gegenwart anderer Stoffe.

Im kommenden Abschnitte sollen nun die verschiedenen Silberarten und deren Anwendungsmöglichkeiten besprochen werden.

1. Die Howesche Silberlösung.

Die Silberreduktionsmethode nach Howe besteht darin, daß Silberoxydlösung in den Wurzelkanal eingepumpt und durch 10prozentige Formaldehydlösung reduziert wird. Es wird dabei Silber frei und legt sich an die Wurzelkanalwand innig an. Somit wird alles mit diesem Silber imprägniert und die Wurzelfüllung kann folgen. Anfangs versprach diese Methode sehr viel; doch später zeigten sich klinisch sehr heftige und unangenehme Reizerscheinungen des Periodontiums und des periapikalen Gewebes. Darnach schien die oben erwähnte nichtgewebsschädigende Wirkung des Silbers in Frage gestellt. Jedoch erklärte Rikkert dieses Verhalten durch Bildung von Ameisensäure. Er selbst reduziert die Silberoxydlösung nicht mehr mit Formaldehydlösung, sondern benützt dazu Eugenol und ist zu befriedigenden Ergebnissen gekommen. Man könnte auch H_2O_2 nehmen. (Greve).

2. Das Silberpulver.

Ueber die keimtötende Wirkung von Silberpulver und dessen Verwendung zur Wurzelfüllung haben Schwarz und Stein berichtet. Schwarz zeigte uns eine Methode zur Wurzelfüllung mit dem Silberpulver. Reines, trockenes Silberpulver (erhältlich bei den Antaeos-Werken) und Silberbrei-Pulver in einer Aufschwemmungsflüssigkeit (Alkohol oder phys. Kochsalzlösung oder Aqua destillata) werden in den Kanal gebracht, wo das suspendierte Silber abgelagert wird. Kanäle, Erweiterungen usw. im Wurzelkanal werden dadurch verschlemmt. Ist dies geschehen, so wird weiter trockenes Silberpulver dazugegeben und zur

Wurzelspitzengegend befördert. Anschließend erfolgt die Aus-füllung des Kanals mit einer desinfizierenden Paste.

Eine andere Art der Silberpulverwurzelfüllung ist die kom-binierte Füllung mit Zement nach Schlemmer. Er verwendet eine Silberzementmischung aus 3 bis 4 Gewichtsteilen Silber zu 1 Teil Zement. Damit wird etwas in die Apexgegend gebracht und schließlich ein Guttaperchastift in den noch weichen Zement nachgeschoben. Gelangt Silber in die Granulomhöhle, so wird es oft nach erstaunlich kurzer Zeit resorbiert. An Hand von Röntgenbildern ist dies deutlich ersichtlich.

Trebitsch hält das Mischungsverhältnis von 1:1 für Sil-berpulver und Zement für günstiger. Er benützt dies als Zwischen-schicht von Wurzelkanalwand und Silberstift.

Somit kommen wir zur 3. Silberart, zum

massiven Silber (Silberspitzen).

Gegenüber dem Guttaperchastift besitzt er viele Vorteile. Zunächst ist er immer steril analog seiner Autodesinfektion; ferner besitzt der Silberstift eine viel größere Steifheit und ist trotzdem genügend biegsam, um Kanalkrümmungen zu folgen. Wird der Stift durch das Foramen apicale gestoßen, so treten keinerlei Reizerscheinungen auf. In einzelnen Fällen, so berichtet Greth, wurde besonders bei Granulomen der Silberstift über das Foramen und oft bis an die gegenüberliegende Granulomwand gestoßen. In sämtlichen Fällen konnten nicht die geringsten klinischen Reak-tionen festgestellt werden. Veränderungen waren im Röntgen-bild nach 3—4 Monaten nicht ersichtlich; es war eher eine Verkleinerung des Granuloms eingetreten. Eine Resorption des massiven Silbers außerhalb oder innerhalb des Kanals tritt, wie Röntgenogramme gezeigt haben, nicht ein. Daß aber trotzdem keine Schädigungen zu beobachten waren, ist eben auf die oligo-dynamische Wirkung zurückzuführen.

Die Wurzelfüllung mit Silberspitzen scheint die bisher be-kannten Wurzelfüllungsmethoden zu übertreffen. Denn

1. braucht der Stift selbst keine Vorbehandlung, da er steril ist,
2. wirkt er im Wurzelkanal als Sterilisator,
3. ist er leicht bis ins Ende der Wurzeln zu schieben,
4. ermöglicht er den völligen Verschluß des Wurzelkanals,
5. ermöglicht er eine Einwirkung auf die regio apicalis,
6. ermöglicht er weiter eine Behandlung durch den verschlos-senen Zahn.

Aus den bisherigen Ausführungen geht hervor, daß mit der Silberfüllmethode gewisse praktische Erfolge vorhanden zu sein scheinen, daß aber die theoretischen Grundlagen keineswegs gegeben waren. Deshalb bemächtigten sich auch noch andere Autoren als die genannten des Stoffes.

Es erschien nun in der „Zeitschrift für Stomatologie“ eine Abhandlung von G. Stein über das Thema: „Untersuchungen über die oligodynamische Wirkung des Silbers mit besonderer Berücksichtigung seiner Brauchbarkeit zur Wurzelfüllung.“ Er stellte es sich zur Aufgabe, die oligodynamische Wirkung des Silbers und zwar nur des Silberpulvers in Versuchen zu prüfen, die den bei einer Wurzelbehandlung bestehenden Verhältnissen Rechnung tragen. Da meistens Streptococcen die Infektionsträger im Wurzelspitzengebiet pulpitischer Zähne sind, hat Stein zu seinen Versuchen auch hauptsächlich Streptococcen verwendet.

Die bei seinen Schlußbemerkungen aufgestellten Sätze: „Gegenüber manchen Bakterienstämmen (Streptococcus viridans und Staphylococcus albus) trat die oligodynamische Wirkung des Silbers bei der verwendeten Versuchsanordnung überhaupt nicht in Erscheinung“ und „Die dargelegte bakteriologische Nachprüfung zeigt, daß die vermöge seiner oligodynamischen Wirkung erwartete Ueberlegenheit des Silbers als Wurzelfüllungsmaterial nicht besteht, so daß an der Empfehlung von Silberpulver als einziger Füllmasse nicht weiter festgehalten werden kann“, will ich nun an Hand von mir selbst ausgeführten Versuchen einer Prüfung unterziehen.

In folgender Versuchsanordnung wurde die Arbeit durchgeführt:

Nachdem je eine 24-Stundenbouillonkultur von Staphylococcus albus und einem Stamme von Streptococcus viridans hergestellt war, wurde von jeder dieser Kultur eine Traubenzuckerbouillonkultur durch Ueberimpfung mittels einer Platinöse angelegt. In die 24stündige Stammkultur wurden nun je 2 gr Silberpulver (von den Antaeos-Werken) gebracht und im Thermostaten bei 37° C bebrütet. Nach 24 Stunden wurden, nachdem wieder neue Traubenzuckerbouillonkulturen angelegt, je 0,1 ccm aus den mit Silberpulver beschickten Röhrchen als Agarmischplatte und als Traubenzuckerbouillonkultur zur Kontrolle angelegt. Die Kultur über dem Silberpulver wurde abgegossen und die oben erwähnte 24-Stunden-Traubenzuckerbouillonkultur darauf gegeben und alles in den

Brutschrank gebracht. Nach 24stündiger Bebrütungszeit zeigte sich, daß in den beiden Petrischalen und Röhrchen Wachstum der betreffenden Bakterien eingetreten war.

Die Versuchsanordnung wurde in obiger Reihenfolge wiederholt, doch war das Ergebnis stets ein negatives. Diese Versuche, die denen von Stein nur zugrunde gelegt sind, haben eine bakterientötende Wirkung des verwendeten Silberpulvers also nicht erkennen lassen.

Entgegen der Stein'schen Versuchsanordnung werden nun im kommenden Teil Untersuchungen über die oligodynamische Wirkung in der Weise ausgeführt, daß in ein Nährmedium, das eine Mischkultur einer Bakterienart in einer Petrischale darstellt Silber in Form von Silberblech, Silberstifte und Silberpulver (von den Antaeos-Werken) gebracht und die keimtötende Wirkung von diesen beobachtet wird.

1. Bakterienart: Staphylococcus albus.

Versuch 1 a)

Von 1 ccm einer 24stündigen Kulturbouillon von Staphylococcus albus wurde 0,1 ccm in eine sterile Petrischale pipettiert und dazu Nähragar gegeben. Beides wurde gemischt.

Versuch 1 b)

Von dieser 24stündigen Staphylococcus albus-Bouillon wurden 0,1 ccm entnommen und mit 1 ccm physiologischer Kochsalzlösung und Nähragar gemischt.

Versuch 1 c)

Von letzter Lösung, also 0,1 ccm Bouillon + 1 ccm physiologischer NaCl-Lösung, wurden wieder 0,1 ccm entnommen und ebenfalls mit 1 ccm physiologischer NaCl-Lösung und Agar in der Schale gemischt.

Versuch 1d)

Aus der Lösung von 1 c) wurde wieder 0,1 ccm mit 1 ccm physiologischer NaCl-Lösung und Agar gemengt.

In diesen Versuchen haben wir also Abstufungen der Staphylococcus albus-Stammkultur, was den Verdünnungen 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3} und 10^{-4} entspricht.

Nachdem der Nähragar mit den Bouillonverdünnungen in allen Petrischalen erstarrt war, wurde je ein Silberblech, ein Silberstift und Silberpulver in die Schalen gegeben. Nach 24-stündiger Bebrütungszeit im Thermostaten bei 37^0 C zeigten sich folgende Bilder (in natürlicher Größe):

Abbildung 1. Ergebnis des Versuches 1a); Verdünnung der Ausgangskultur 10^{-1}. Deutliche Erkennung des keimfreien Hofes. Silberpulver in der Plattenmitte ist in dicker und fester Schicht aufgetragen, während das am Plattenrand lose aufgestreut wurde.

Abbildung 1.

Um sämtliche Höfe trifft man am Außenrande ein verstärktes Wachstum, das allmählich in das diffuse Wachstum der übrigen Platte übergeht. Beim Pulver in der Mitte kann man nach der freien Zone fast schon unterscheiden: gewöhnliches Wachstum — Wachstumshemmung — verstärktes Wachstum.

Abbildung 2. Ergebnis des Versuches 1c); Verdünnung der Ausgangskultur 10^{-3}. Deutliches Erkennen der oligodynamischen Wirkung besonders beim massiven Silber. Das Silberpulver in der Mitte (dicht aufgetragen) zeigt jetzt die bei Abbildung 1) angedeuteten Abgrenzungen sehr schön. Das Silber wirkte nicht nur oberflächlich, sondern durch die ganze Agarschicht hindurch. Das leicht aufgestreute Silberpulver hat ganz geringe keimtötende Wirkung.

Abbildung 3. Ergebnis des Versuches 1 d); Verdünnung der Ausgangskultur 10^{-4}. Keine wesentlichen Unterschiede zwischen

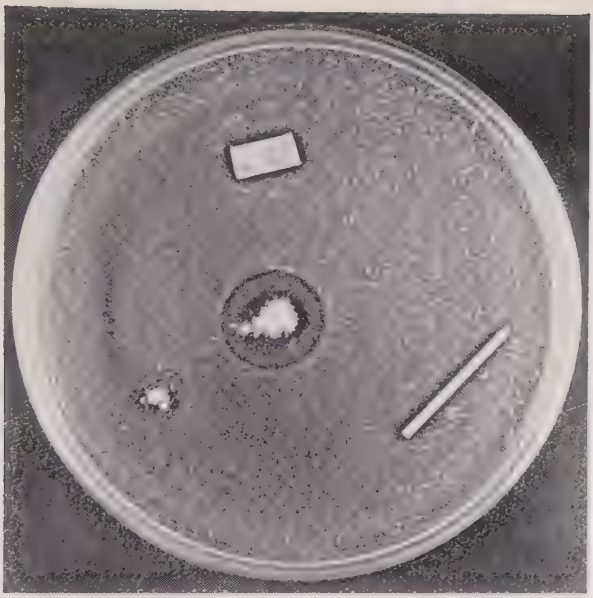

Abbildung 2.

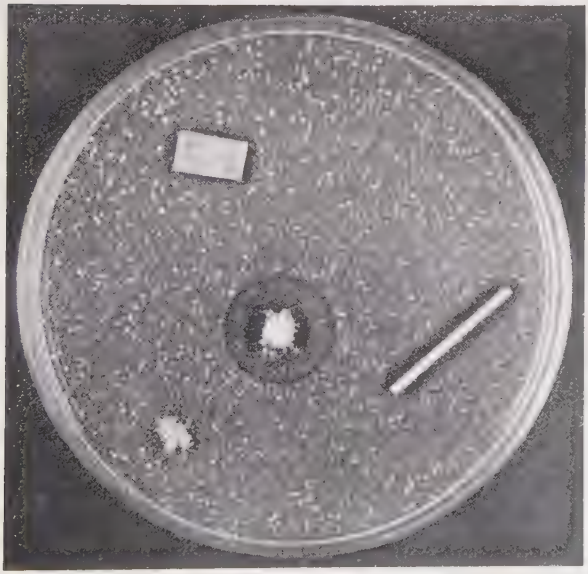

Abbildung 3.

Abbildung 2), nur entwickelt sich jetzt um den Silberstift ein größerer keimfreier Hof. Beim Pulver in der Mitte (dicht aufgetragen) keine Wachstumsverstärkung mehr. Das Pulver am Rande zeigt fast keine Wirkung.

Die einzelnen Abstufungen wurden deshalb gewählt, um die eventuelle Verschiedenheit der Silberwirkung in dichteren und dünneren Bakterienaussaaten zu beobachten.

In einem vor dieser Versuchsreihe angestellten Versuch mit 10 ccm Staphylococcus albus-Stammkulturbouillon und Nähragar hat sich nämlich ergeben, daß eine oligodynamische Wirkung des Silbers nicht makroskopisch, sondern nur mikroskopisch bei Silberplatte und Stift eintrat. Die keimfreie Zone von diesen war hier im Mikroskop sehr deutlich ersichtlich. Das Silberpulver hingegen hat seine Wirkung, vermöge seiner großen Oberfläche schon makroskopisch stark entfaltet.

2. Bakterienart: Streptococcus viridans.

Analog den vorher beschriebenen Versuchen wurde auch die oligodynamische Silberwirkung mit einem Stamm von Streptococcus viridans untersucht. Auch hier wurden wieder Abstufungen der Ausgangsbouillon vorgenommen.

Versuch 2a)

Von 1 ccm einer 24stündigen Stammkulturbouillon von Streptococcus viridans wurden 0,1 ccm in eine sterile Petrischale gebracht und mit Nähragar vermischt.

Versuch 2 b)

Von erwähnten Stammkulturbouillon wurden 0,1 ccm mit 1 ccm physiologischer Kochsalzlösung und Agar vermengt.

Versuch 2c)

0,1 ccm dieser letzten Lösung wurden mit weiterer physiologischer Kochsalzlösung (1 ccm) und Agar gemengt.

Nachdem der Agar in den Schalen erstarrt war, wurde je ein Silberblech, ein Silberstift und Silberpulver auf das Bakteriengemisch gegeben und dieses bei 37° C im Thermostaten bebrütet. Nach 24 Stunden zeigte sich die Aussaat in den Schalen derart spärlich, besonders bei den Verdünnungen 10^{-2} (2b) und 10^{-3} (2c), daß von entstandenen keimfreien Zonen kaum etwas erkenntlich war. Auch nach nochmaliger 24stündiger Bebrütung erwies sich kein anderes Bild.

Man schritt daher zur Verwendung von 1 ccm der Ausgangsbouillon, mischte in der Petrischale mit Nähragar und bebrütete 48 Stunden. Nach dieser Zeit zeigte sich ähnlich wie bei Ab-

bildung 1 von Versuch 1a ein sehr deutlich erkennbarer keimfreier Hof um sämtliche Silbersorten.

Auch hat man die Dauer der Wirksamkeit der Silberoligodynamie bei den vorher beschriebenen Plattenversuchen einer Prüfung unterzogen: Alle Agarplatten wurden bei 37° C im Thermostaten bebrütet. Weder nach 3 Tagen noch nach 4 Wochen zeigten sich irgendwelche Veränderungen in bezug auf Größe und Ränder des „Hofes", auf Dichte des Bakterienwachstums in der übrigen Platte und Formenunterschiede der verwendeten Silbersorten. Die oligodynamische Wirkung des Silbers hielt also konstant an.

Trotz der Einwendung von Stein, Silberpulver als Füllungsmaterial im Wurzelkanal nicht zu verwenden, glaube ich dennoch zur Annahme berechtigt zu sein, daß die oligodynamische Wirkung des Silbers vorhanden ist und sich dienstbar machen läßt. Wenn in den Röhrchen die Streptococcen nicht abgetötet wurden (wie die Versuche zeigten), so besagt das noch nicht, daß sie auch im unter sterilen Kautelen vorbehandelten Wurzelkanal nicht abgetötet werden. Hier haben wir ja nicht mit Reinkulturen der betreffenden Bakterien zu tun. Wie die zweite Versuchsreihe ergeben hat, ist massives und pulverisiertes Silber imstande, die Bakterien in Mischkultur abzutöten (siehe Abbildungen 1, 2, 3).

Verschiedene Autoren und Forscher haben dem Silberpulver in der konservierenden Zahnheilkunde Eingang verschafft und sind damit zu den besten Resultaten gekommen. So verwendet Schwarz einen Silberpulverbrei, der kolloides Silber an der Kanalwand ablagert und füllt weiter mit trockenem reinen Silberpulver, das er fest gegen das Foramen apicale preßt. Schlemmer empfiehlt ein Silberpulverzementgemisch im Verhältnis 3:1, mit dem er den Kanal ausfüllt. In neuerer Zeit hat vor allem Trebitsch auf das Silber zur Wurzelfüllung hingewiesen und die besten Resultate an Patienten erzielt. Er benutzt eine Silberpulverzementmischung im Verhältnis 1:1, füllt damit den Kanal aus und schiebt zur besseren Abdichtung noch einen Silberstift hinein. Hier sind nun zwei Mittel vorhanden: Silberpulver und Silberstift, die ihre oligodynamische Wirkung zusammen bis in die kleinsten und feinsten Verästelungen des Wurzelkanals entfalten können, wenn eine entsprechende Feuchtigkeit vorhanden ist — ein neuer Gesichtspunkt, auf den ich noch zurückkommen werde. Ein sehr großer Vorteil bei der Silberwurzelfüllung, sei es mit dem Stift oder mit der Pulvermischung, ist der, daß über den Apex gebrachte Silbermengen keinerlei klinischen Reize und

Erscheinungen verursachen. Wie aus Röntgenogrammen von A. M. Schwarz zu sehen ist, wird das Silberpulver prompt resorbiert und vorher bestandene periapikale Veränderungen gehen der Ausheilung entgegen. Ebenso ist es mit den Silberstiften, die, in ein Granulom gestoßen, das Schwinden des Entzündungsprozesses bedingen. Vom Breslauer zahnärztlichen Universitätsinstitut berichtet Greth, daß man mit großem Erfolg die neue Wurzelfüllungsmethode, bestehend aus Silberpulver plus antiseptische Paste plus Silberstift eingeführt hat. Auch hört man schon von vielen Praktikern die guten Resultate der Silberwurzelfüllungsmethode loben.

Obwohl diese Ergebnisse gut zu heißen sind, läßt sich doch nicht bestreiten, daß sich auch hin und wieder unerfreuliche Resultate einstellen können, die durch die schon erwähnten anatomischen und biologischen Verhältnisse der Wurzel und des Wurzelkanals bedingt werden. Ist eine Wurzel besonders im oberen Drittel stark gekrümmt, so läßt sich das Silberpulver ebenso schwer wie die verschiedenen Füllungspasten bis zum Foramen apicale bringen; auch Anomalien im Lumen des Wurzelkanals, wie plötzliche Verengerung oder Erweiterung, Dentikelbildung, können die Wirkung des Füllmaterials stark beeinträchtigen, denn die der Füllung unzugänglichen Räume bleiben Infektionsquellen, aus denen pathologische Vorgänge entstehen. Zum Zustandekommen einer oligodynamischen Wirkung ist vor allem Sauerstoff notwendig. Da aber der gänzlich gefüllte Wurzelkanal so gut wie luftleer ist, müssen an der Entstehung der oligodynamischen Wirkung Zweifel bestehen. Ich habe indessen bereits weiter oben auf die wahrscheinlicherweise sich abspielenden Dissoziationen des Silbers hingewiesen. Hier scheint eine bisher noch nicht erörterte und untersuchte Möglichkeit der Silberwirkung im Wurzelkanal zu suchen zu sein. Diese Wirkung, auf die ich von Professor Greve aufmerksam gemacht wurde, würde sich alsdann rein chemisch abspielen, wobei der Diathermiestrom vielleicht fördernd wirken könnte. Letzteres müßte aber erst bewiesen werden.

Die chemische Wirkung des Silbers würde auf der starken Dissoziationsmöglichkeit des Silberoxyds beruhen. Man kann sich dazu des im Wurzelkanal und auf seine Umgebung unschädlichen Wasserstoffsuperoxyds bedienen, wobei Sauerstoff entsteht nach folgender Gleichung:

$$Ag_2O + H_2O_2 = 2\,Ag + H_2O + O_2.$$

Nach der Ansicht von Professor Greve dürfte der Schwerpunkt der Silberwirkung auf dieser Reaktion beruhen. Und darnach hätte man sich in Zukunft zu richten.

Als Analogon mit dem Silberpulver wäre das in letzter Zeit bekannt gewordene Katadyn-Silber heranzuziehen, das sich durch eine weitaus größere oligodynamische Wirkung auszeichnen soll. Dieses ist ein Schwammsilber, ähnlich dem Schwammgold, bei dem ein optimales Verhältnis zwischen Volumen und Oberfläche geschaffen wurde. Dies Verhalten ermöglicht eine bedeutende Vergrößerung der oligodynamischen Wirkung. Bis jetzt wird es nur zur Keimfreimachung von Trinkwasser verwendet, zu dem es sich vortrefflich bewährt hat, denn hier ist ja Sauerstoff und Feuchtigkeit vorhanden. Zum Zwecke der Wurzelfüllung dürfte es hierbei nicht in Frage kommen, da, wie schon erwähnt, im abgefüllten Wurzelkanal kein Sauerstoff vorhanden ist und der zur Wurzelfüllung vorbereitete Kanal praktisch trocken ist.

Auch auf dem Gebiete der Implantation wurden Versuche angestellt und es erwiesen sich in einigen Fällen bei Zahnwurzeln, die mit Silberpulver gefüllt waren, Versager, indem am Apex pathologische Prozesse gefunden wurden. Es reichte das Silberpulver hier nicht aus, um die Infektionserreger unschädlich zu machen.

Mit diesen in praxi vorkommenden Fällen soll jedoch nicht über diese neue Wurzelfüllungsmethode der Stab gebrochen werden, denn Erfahrungen und Beobachtungen müssen noch weiter fortgesetzt werden, ehe man zu einem endgültigen Ergebnis gelangen will.

In der vorliegenden Arbeit war es meine Hauptaufgabe, die Versuche von Stein nachzuprüfen; das Ergebnis war kurz das, daß die Stein'sche Ansicht sich nicht rechtfertigen läßt. Dagegen konnte ich den bakteriologischen Nachweis erbringen, daß im Plattenversuch die Verfahren positiv ausfielen.

Da aber die Verhältnisse im Wurzelkanal doch etwas anders sind, so muß ich mich dahin erklären, daß diese Methoden, wenn die günstigen positiven Erfahrungen sich voll in Zukunft bewahrheiten sollten, nicht einer anderen theoretischen Erklärung bedürfen, nämlich der erwähnten chemischen, sondern, daß letztere Vorgänge sich sogar mit Leichtigkeit und zum Vorteil der Methode in die Praxis umsetzen lassen. Dabei bleibt die Frage nach der Erhöhung der desinfektorischen Kraft durch den Diathermiestrom vorläufig außer Acht.

Zusammenfassung:

1. Nach der Versuchsanordnung von Stein werden Streptococcen und Staphylococcen mit Silberpulver nicht abgetötet.
2. Die oligodynamische Wirkung des Silbers trat jedoch bei denselben Bakterienarten in Agarmischkulturen in Petrischalen deutlich zutage.
3. Silberpulver als einzige Füllmasse ist zu verwenden (nach A. M. Schwarz), wenn dasselbe fest in den Kanal gestopft und den Kanalwänden innig angepreßt wird. Man sieht, daß das fest und dick aufgetragene Silberpulver eine größere keimfreie Zone entwickelt wie lose aufgestreutes Silberpulver. Siehe Fig. 1, 2 und 3.
4. Gemäß den ausgezeichneten Ergebnissen von Trebitsch und Greth kann diese neue Silberwurzelfüllungsmethode als die Methode der Wahl betrachtet werden.
5. Die chemische Wirkung des Silbers läßt sich wahrscheinlich auf starke Dissoziationsvorgänge zurückführen, die sich beim Silberoxyd in Gegenwart anderer Stoffe abspielen. Vielleicht wirkt der Diathermiestrom, dessen Wesen über die Erhöhung der oligodynamischen Wirkung noch nicht geklärt ist, fördernd auf die chemischen Vorgänge ein. Dies müßte jedoch erst bewiesen werden.

Literaturverzeichnis.

Derstroff: Versilberte Bakterien. Zeitschrift: Deutsche Lesestunde. Juni 1931.

Greth, H.: Klinische Untersuchungen über die Verwendbarkeit von massivem Silber zur Wurzelfüllung. Deutsche zahnärztliche Wochenschrift 1930, Heft 8.

Hofmann, P.: Zentralblatt für Bakteriologie 1929, S. 114: Studien über die oligodynamische Wirkung von Metallen und Metallsalzen auf Bakterien bei verschiedenen Sauerstoffspannungen.

Koch-Langentreu: Die Oligodynamie in der Zahnheilkunde. Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde 1923, S. 216.

Laubenheimer: Ueber die Einwirkung von Metallen und Metallsalzen auf Bakterien und auf Bakteriengifte: Zeitschrift für Hygiene 1921, S. 79, 92.

Messerschmidt: Das Desinfektionsvermögen der Metalle und seine Ursachen mit besonderer Berücksichtigung der Wirkung des Kupfers. Zeitschrift für Hygiene 1923, Bd. 90.

Miller, W. D.: Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde.

Port-Euler: Lehrbuch der Zahnheilkunde. 1929.

Ruete A. E.: Ueber die oligodynamische Wirkung unseres Silberpulvers. Klinische Wochenschrift 1925, S. 2499, Nr. 52.

Schwarz, A. M.; Stein, G.; Gottlieb, B.: Das Problem der Wurzelfüllung. Zeitschrift für Stomatologie 1928, Heft 12.

Schwarz, A. M.: Die Technik der Wurzelfüllung mit Silber. Zeitschrift für Stomatologie 1929, Heft 3.

Stein, G.: Untersuchungen über die oligodynamische Wirkung des Silbers mit besonderer Berücksichtigung seiner Brauchbarkeit zur Wurzelfüllung. Zeitschrift für Stomatologie 1930, Heft 1.

Stein, G.: Welche Konsequenzen für die zahnärztliche Behandlung haben wir nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse von der oralen Infektion zu ziehen?

Süpfle, K.: Die bisherigen Ergebnisse der Forschung über die sogenannten oligodynamischen Wirkungen von Metallen auf Bakterien. Zentralblatt für die gesamte Hygiene und ihre Grenzgebiete, Band 1, Heft 3.

Trebitsch, H.: Ueber die oligodynamischen Silberwirkungen. Zeitschrift für Stomatologie 1929, Heft 12.

Trebitsch, H.: Wie ist eine erfolgreiche Bekämpfung der Oralsepsis möglich? Korrespondenzblatt für Zahnärzte. 1931, Heft 2.

Trebitsch, H.: Neue Versuche über die Wurzelfüllung mit Silberspitzen. Zahnärztliche Rundschau 1930, Nr. 26.

Trebitsch, H.: Ueber die Verwertung der Heilkraft des Silbers. Zahnärztliche Rundschau 1929, Nr. 24.

Trebitsch, H.: Verwertung der oligodynamischen Kraft des Silbers zur Wurzelfüllung. Deutsche zahnärztliche Wochenschrift 1930, Nr. 24.

Türkheim: Ueber die oligodynamische Wirkung einiger Metalle. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1929, Heft 1.

Zimmer, J.: In welchem Maße wirken die gebräuchlichsten zahnärztlichen Goldersatzmetalle und Füllungsmaterialien bakterizid? Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde 1923, S. 355.

Lebenslauf.

Am 2. Januar 1907 wurde ich geboren, zu Simbach am Inn, als Sohn des Bahnadjunkten Friedrich Steidl. Die 1. Klasse Volksschule besuchte ich in Salzburg, die 2. bis 6. Klasse in Freilassing. 1918 trat ich in die Realschule in Traunstein ein und die letzten drei Klassen besuchte ich in Rosenheim; dort erhielt ich 1927 das Reifezeugnis. Nach einem achtsemestrigen Studium der Zahnheilkunde in Erlangen (ausgenommen Wintersemester 1929/30 in München) erwarb ich die Approbation als Zahnarzt und beabsichtige nun, die Würde eines Doktors medicinae dentariae zu erlangen.